

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-284099

(43)Date of publication of application : 23.10.1998

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

(21)Application number : 09-091826

(71)Applicant : ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND CO LTD

(22)Date of filing : 10.04.1997

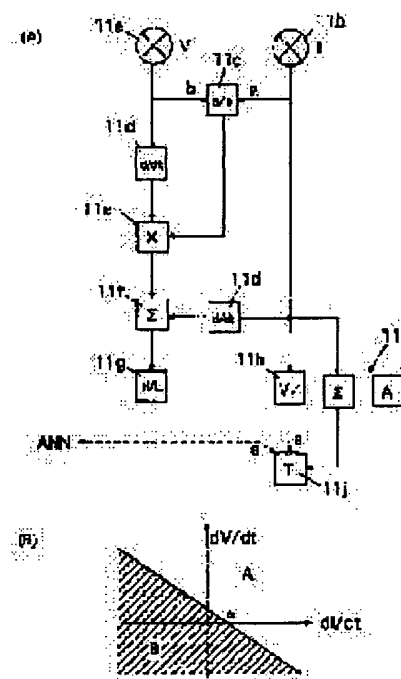
(72)Inventor : HASHIMOTO BUNRO

## (54) PROTECTIVE CONTROL DEVICE IN CASE OF DETERIORATION OF CELL PERFORMANCE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a protective control device in case of deterioration of battery performance, in which an output and a current of a fuel cell can be automatically controlled when a fuel cell is deteriorated, so that required electric power or the maximum output close to it can be always generated and controlled safely.

SOLUTION: A constant positive value  $\alpha$  is defined in advance, a voltage and a current of fuel cell is measured periodically,  $f(I) = (I/V)(dV/dt) + dI/dt$  is calculated, and when  $f(I) > \alpha$ , an output is controlled by increasing and decreasing a current value in accordance with an output command. When  $f(I) \approx \alpha$ , the output is controlled by using the current value  $I$  measured as an upper limit value, and when  $f(I) < \alpha$ , the output is controlled by using a current value measured before that as an upper limit.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-284099

(43)公開日 平成10年(1998)10月23日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H01M 8/04

識別記号

F I

H01M 8/04

H

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平9-91826

(22)出願日 平成9年(1997)4月10日

(71)出願人 000000099

石川島播磨重工業株式会社

東京都千代田区大手町2丁目2番1号

(72)発明者 橋本 文朗

東京都江東区豊洲3丁目2番16号 石川島

播磨重工業株式会社豊洲総合事務所内

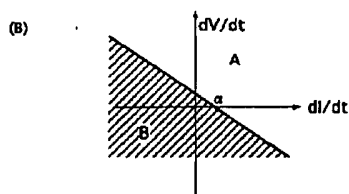
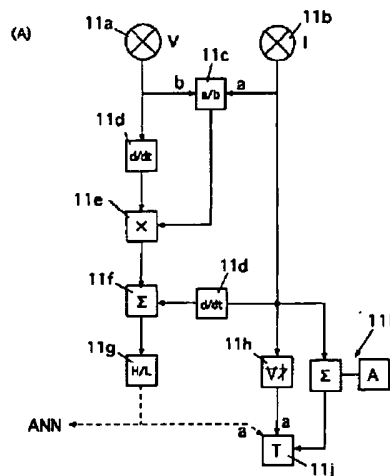
(74)代理人 弁理士 堀田 実 (外1名)

(54)【発明の名称】 電池性能劣化時の保護制御装置

(57)【要約】

【課題】 燃料電池が劣化した場合でも、その劣化の度合に応じて、燃料電池の出力及び電流を自動的に制御し、常に安全に必要な電力或いはそれに近い最大出力を発電制御できる電池性能劣化時の保護制御装置を提供する。

【解決手段】 ①一定の正值 $\alpha$ を予め設定して、②燃料電池の電圧 $V$ と電流 $I$ を周期的に計測し、③ $f(I) = (I/V)(dV/dt) + dI/dt$ を演算し、④ $f(I) > \alpha$ の場合には、出力指令に応じて電流値を増減して出力を調整し、⑤ $f(I) \approx \alpha$ の場合には、計測した電流値 $I$ を上限值として出力を調整し、⑥ $f(I) < \alpha$ の場合には、その前の計測電流値を上限值として出力を調整する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一定の正值 $\alpha$ を予め設定して、燃料電池の電圧 $V$ と電流 $I$ を周期的に計測し、

$f(I) = (I/V)(dV/dt) + dI/dt$ を演算し、

$f(I) > \alpha$ の場合には、出力指令に応じて電流値を増減して出力を調整し、 $f(I) \approx \alpha$ の場合には、計測した電流値 $I$ を上限值として出力を調整し、 $f(I) < \alpha$ の場合には、その前の計測電流値を上限值として出力を調整する、ことを特徴とする電池性能劣化時の保護制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は熔融炭酸塩型燃料電池に係わり、更に詳しくは、熔融炭酸塩型燃料電池の性能劣化時の保護制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】熔融炭酸塩型燃料電池は、図4に模式的に示すように、薄い平板状の電解質板（タイル）1を燃料極（アノード）2と空気極（カソード）3の2枚の電極で挟んで単セル4が構成され、更に複数のセル4と導電性のバイポーラプレート（セパレータ）5を交互に積層して高電圧を発生する積層電池（スタック）が構成される。

【0003】上述した燃料電池の $V-I$ 特性は、図5（A）に示すように、電流を取り出さないOCV（Open Circuit Voltage）において電圧 $V$ が最大 $V_{max}$ となり、電流 $I$ を増すにつれて内部抵抗等の影響で必ず右下がりの傾向を示す。更に、燃料電池の $W-I$ 特性は、図5（B）に示すように、ある電流値 $I_a$ で最大出力 $W_{max}$ を示す。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】燃料電池で発電した直流電流は、インバータにより交流出力に変換され、外部に出力される。インバータは逆変換装置により制御され、出力指令に応じて燃料電池から取り出す電流を制御して、所望の出力を得るようになっている。従って、燃料電池が図5に実線で示す所定の性能を保持している場合には、かかる出力制御は、図5（B）の矢印で示す範囲で行われ、電流を増すほど出力が増大し、必要な出力を常に維持することができる。

【0005】しかし、燃料電池が劣化すると、図5に破線で示すような特性に変化するため、性能劣化等で電圧が低下しあるしきい値を下回ると、必要電力を取り出すために大きな電流が必要となり、それが図5（B）の電流値 $I_a$ を越え、電流を増しても出力が増大せず、また電圧を下げる要因となり崩壊的に電流が増加、電圧が低下し、最終的に電池をトリップさせて劣化を更に加速してしまう問題点があった。

【0006】劣化時の特性は、時々刻々変化し、最大出

力 $W_{max}$ 、及び最大出力が得られる電流値 $I_a$ も、全く予測ができないため、従来かかる現象を防止することが困難であり、劣化した電池の制御は、経験と勘を頼りに運転員が常時（24時間）監視する以外に対応策がなく、その自動化が強く要望されていた。

【0007】本発明は、かかる問題を解決するために創案されたものである。すなわち本発明の目的は、燃料電池が劣化した場合でも、その劣化の度合に応じて、燃料電池の出力及び電流を自動的に制御し、常に安全に必要な電力或いはそれに近い最大出力を発電制御できる電池性能劣化時の保護制御装置を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、①一定の正值 $\alpha$ を予め設定して、②燃料電池の電圧 $V$ と電流 $I$ を周期的に計測し、③ $f(I) = (I/V)(dV/dt) + dI/dt$ を演算し、④ $f(I) > \alpha$ の場合には、出力指令に応じて電流値を増減して出力を調整し、⑤ $f(I) \approx \alpha$ の場合には、計測した電流値 $I$ を上限值として出力を調整し、⑥ $f(I) < \alpha$ の場合には、その前の計測電流値を上限值として出力を調整する、ことを特徴とする電池性能劣化時の保護制御装置が提供される。

【0009】上記本発明の電池性能劣化時の保護制御装置によれば、燃料電池の直流側の電流 $I$ と電圧 $V$ の時間変化を測定し、これを比較することにより、出力可能な電流又は出力を演算し、逆変換装置の入力電流又は出力電力を制限するので、負荷変化中の過渡的な性能劣化が生じた場合や、継続的な性能劣化が進行することなどの理由で、目標の電力が出力できない状況になった場合、直流電流又は発電出力を制限することにより電池をトリップさせることなく運転を継続でき、トリップによる電池へのダメージを防ぐことができる。

## 【0010】

【発明の実施の形態】以下に本発明の好ましい実施形態を図面を参照して説明する。なお、各図において、共通する部分には同一の符号を付し重複した説明を省略する。図1は、本発明の電池保護制御装置の構成図である。この図において、6は燃料電池、7はインバータ回路、8は出力制御回路であり、出力制御回路8により出力指令に応じて電流を増減して出力を調節するようになっている。かかる構成は、従来と同様である。

【0011】本発明の保護制御装置10は、燃料電池6の電圧 $V$ と電流 $I$ を周期的に計測し、この計測値から出力電流の上限值 $I_{max}$ を演算して、出力制御回路8に出力するようになっている。

【0012】図2は、本発明の原理図である。この図において、（A）（B）は、図5（A）（B）に示した燃料電池の $V-I$ 特性と、 $W-I$ 特性である。図2（B）に示すように、 $W-I$ 特性におけるカーブの極大点は1点のみと予想することができるので、最大出力 $W_{max}$ 点

で  $dW/dI=0$  であり、最大出力  $W_{max}$  よりも電流が小さい領域で  $dW/dI>0$ 、最大出力  $W_{max}$  よりも電流が大きい領域で  $dW/dI<0$  となる。従って、ある電流値において  $dW/dI \leq 0$  (式①) の場合には、出力のピーク以上の負荷を取ろうとしているといえる。

$$(I/V)(dV/dt) + dI/dt \leq 0 \dots \text{式②}$$

すなわち、式②が成り立つ場合には、出力のピーク以上の負荷を取ろうとしている状態にあるといえる。

【0014】図2(C)は、式②の関係図である。この図に示すように、横軸を  $dI/dt$ 、縦軸を  $dV/dt$  とする直交座標において、原点を通り傾きが  $-(I/V)$  の直線(式②の等号に相当する)より、下方に位置する点(斜線部)は、式②が成り立ち、出力のピーク以上の負荷(すなわち電流)を取ろうとしている状態にあることがわかる。

【0015】図3は、本発明の電池保護制御装置の制御図であり、(A)は回路図、(B)は特性図を示している。(A)において、11a、11bは直流電圧Vと直流電流Iの検出器、11c(a/b)は  $I/V$  を計算する演算器、11d(d/dt)は微分回路、11e(×)は積算器、11f(Σ)は加算器、11g(H/L)は比較器、11hは電流制限器、11iはバイアス調節器、11jは切替器である。

【0016】この回路により、直流電圧Vと直流電流Iを検出し、 $I/V$  を計算し、 $f(I) = (I/V)(dV/dt) + dI/dt$  を演算し、この演算値が予め設定した一定の正值  $\alpha$  より大きい場合には、燃料電池が劣化していない正常の状態(図3(B)の直線より上のA領域)に有り、バイアス調節器11iにより電流の最大値は実電流+バイアスとなり、電流値に制限はつかない。一方、 $f(I)$  が一定の正值  $\alpha$  以下の場合には、燃料電池が劣化し図3(B)の直線より下のA領域にあることになり、比較器11gにより、アラーム信号ANNを表示すると共に、切替器11jを切り換えて電流制限器11hにより実電流を電流の最大値として電流をホールドする。

【0017】すなわち、本発明の電池性能劣化時の保護制御装置10は、①一定の正值  $\alpha$  を予め設定し、②燃料電池の電圧Vと電流Iを周期的に計測し、③  $f(I) = (I/V)(dV/dt) + dI/dt$  を演算し、④  $f(I) > \alpha$  の場合には、出力指令に応じて電流値を増減して出力を調整し、⑤  $f(I) \approx \alpha$  の場合には、計測した電流値Iを上限値として出力を調整し、⑥  $f(I) < \alpha$  の場合には、その前の計測電流値を上限値として出力を調整するようになっている。

【0018】この構成により、燃料電池の直流側の電流Iと電圧Vの時間変化を測定し、これを比較することに※

\*【0013】式①を変形すると、 $W=V \times I$  であるから  $d(V \times I)/dI \leq 0$  となり、変形して  $VdI/dI + IdV/dI \leq 0 \rightarrow IdV/V \leq -dI/I \rightarrow IdV/V \leq -dI$  となり、更に両辺を  $dI$  で割ると、次の式②が得られる。

※より、出力可能な電流又は出力を演算し、逆変換装置の入力電流又は出力電力を制限するので、負荷変化中の過渡的な性能劣化が生じた場合や、継続的な性能劣化が進行することなどの理由で、目標の電力が出力できない状況になった場合、直流電流又は発電出力を制限することにより電池をトリップさせることなく運転を継続でき、トリップによる電池へのダメージを防ぐことができる。  
【0019】なお、本発明は上述した実施形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変更できることは勿論である。

#### 【0020】

【発明の効果】上述したように、本発明の電池性能劣化時の保護制御装置は、発電設備において、逆変換装置を用いて発電出力を制御する方法と場合、燃料電池の電流と電圧の時間変化率を計測し、電流或いは発電量を安定領域側になるように制限することで、過渡的継続的な燃料電池の性能劣化が生じて電圧が低下した場合でも、目標の出力をとるための過剰な電流を取りにいくことを防ぐものである。

【0021】すなわち、本発明の電池性能劣化時の保護制御装置は、燃料電池が劣化した場合でも、その劣化の度合に応じて、燃料電池の出力及び電流を自動的に制御し、常に安全に必要な電力或いはそれに近い最大出力を発電制御できる等の優れた効果を有する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の電池保護制御装置の構成図である。

【図2】本発明の原理図である。

【図3】本発明の電池保護制御装置の制御図である。

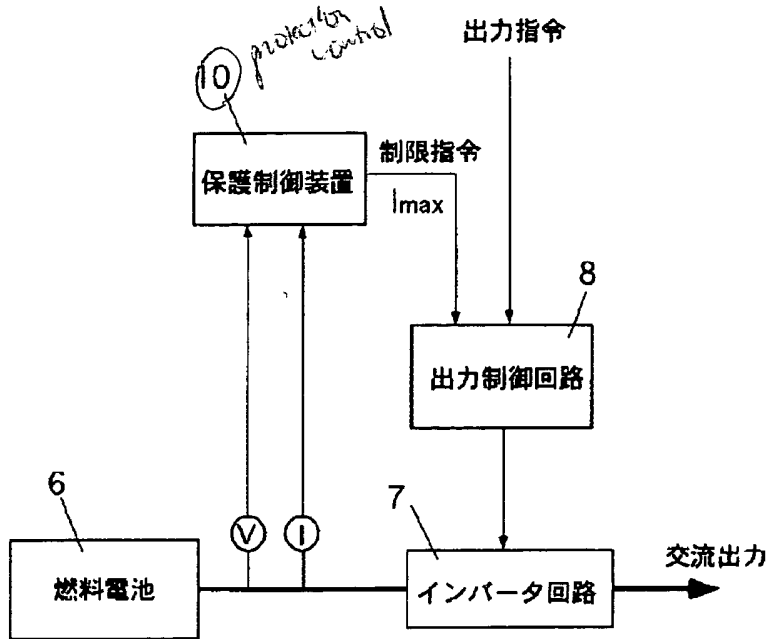
【図4】燃料電池の模式的構成図である。

【図5】燃料電池の特性図である。

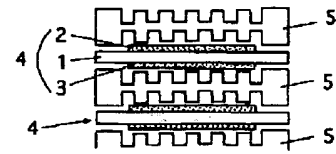
#### 【符号の説明】

- 1 電解質板(タイル)
- 2 燃料極(アノード)
- 3 空気極(カソード)
- 4 単セル
- 5 バイポーラプレート(セパレータ)
- 6 燃料電池
- 7 インバータ回路
- 8 出力制御回路
- 10 保護制御装置

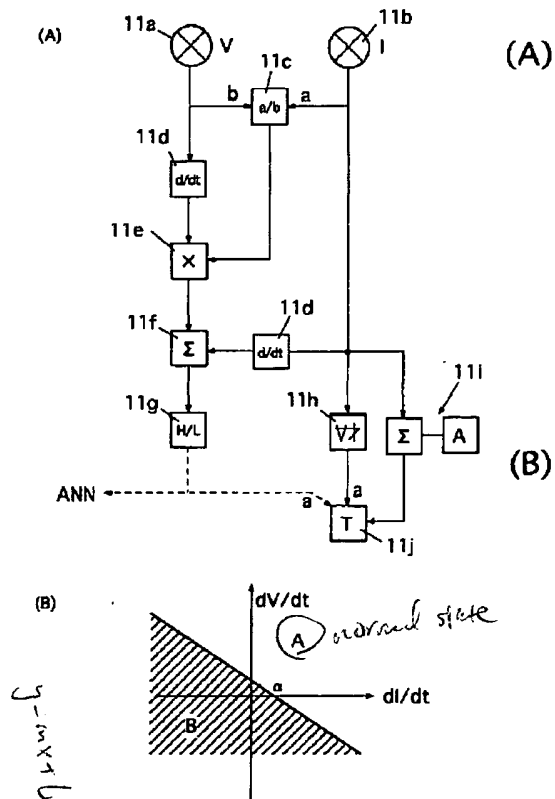
【図1】



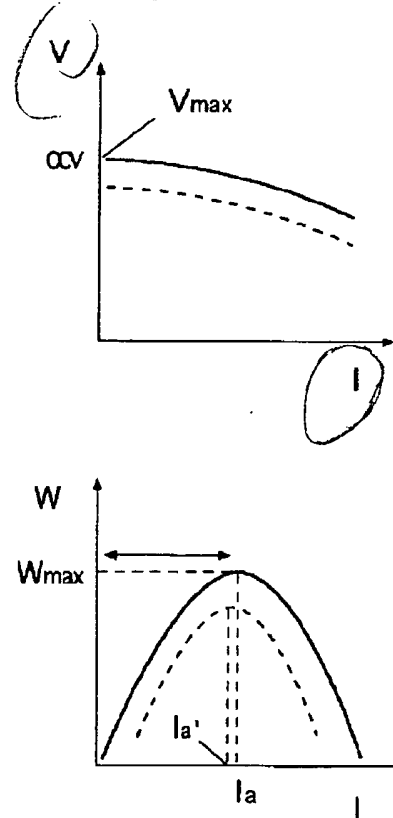
【図4】



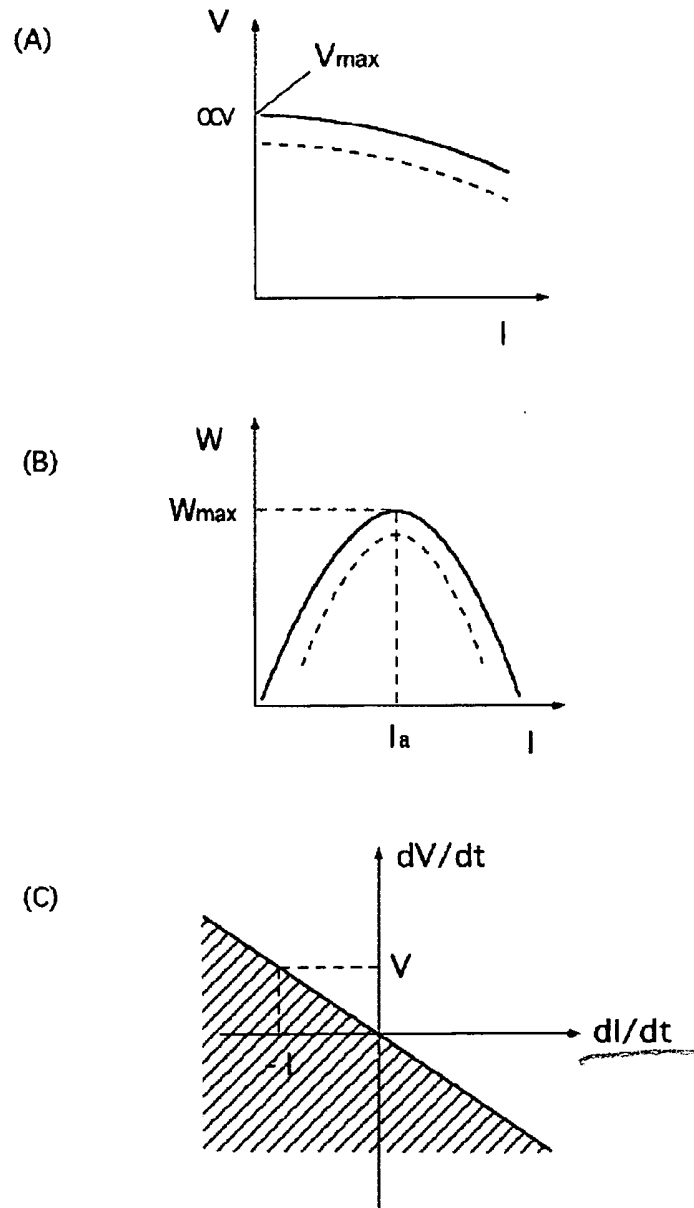
【図3】



【図5】



【図2】



$$P = VI$$

$$W = VI$$

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to the protection control unit at the time of the performance degradation of a fused carbonate fuel cell in more detail with respect to a fused carbonate fuel cell.

[0002]

[Description of the Prior Art] As a fused carbonate fuel cell is typically shown in drawing 4, the layer built cell (stack) which the single cell 4 consists of electrodes, a fuel electrode (anode) 2 and an air pole (cathode) 3, of two sheets on both sides of the thin plate-like electrolyte plate (tile) 1, carries out the laminating of the conductive bipolar plate (separator) 5 to further two or more cells 4 by turns, and generates the high voltage is constituted.

[0003] For the V-I property of the fuel cell mentioned above, it sets to OCV (Open Circuit Voltage) which does not take out current as shown in drawing 5 (A), and voltage V is Maximum Vmax. It becomes, and the lower right surely shows the inclination of \*\* under the influence of internal resistance etc. as Current I is increased. Furthermore, the W-I property of a fuel cell is a certain current value Ia, as shown in drawing 5 (B). Maximum output Wmax It is shown.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The direct current generated by the fuel cell is changed into ac output by the inverter, and is outputted outside. An inverter is controlled by the power inverter, controls the current taken out from a fuel cell according to output instructions, and obtains a desired output. Therefore, when the fuel cell holds the predetermined performance shown in drawing 5 as a solid line, an output increases, so that it is carried out in the range shown by the arrow of drawing 5 (B) and current is increased, and this output control can always maintain a required output.

[0005] However, if a fuel cell deteriorates, in order to change to a property as shown in drawing 5 with a dashed line, If big current is needed and it exceeds current-value Ia ' of drawing 5 (B) in order to take out required power, if voltage falls by performance degradation etc. and it is less than a certain threshold It became the factor which an output does not increase even if it increases current, and lowers voltage, and there was a trouble that an increase and voltage fell, and current finally carried out the trip of the cell, and accelerated degradation further in decay.

[0006] Since prediction also of current-value Ia ' from which the maximum output Wmax and the maximum output are obtained was impossible at all, the property at the time of degradation changed every moment, it was difficult to prevent this phenomenon conventionally, and control of the cell which deteriorated does not have countermeasures, except that an operating staff always (24 hours) supervises experience and intuition at reliance, and the automation was demanded strongly.

[0007] this invention is originated in order to solve this problem. That is, even when a fuel cell deteriorates, according to the degree of the degradation, the purpose of this invention controls the output and current of a fuel cell automatically, and is always in safety offering the protection control unit at the time of the cell performance degradation which can carry out power generation control of the near maximum output at required power or it.

[0008]

[Means for Solving the Problem] According to this invention, set up the positive value alpha of \*\* regularity beforehand, and the voltage V and Current I of \*\* fuel cell are measured periodically.  $f(I) = (I/V) (dV/dt) + dI/dt$  is calculated. \*\* In \*\*  $f(I) > \alpha$  Current value is fluctuated according to output instructions, and an output is adjusted. In \*\*  $f(I) < \alpha$  An output is adjusted by making measured current value I into a upper limit, and, in \*\*  $f(I) < \alpha$ , the protection control unit at the time of the cell performance degradation characterized by what an output is adjusted for by making measurement current value in front of it into a upper limit is offered.

[0009] By according to the protection control unit at the time of the cell performance degradation of the above-mentioned this invention, measuring time change of the current I by the side of a direct current of a fuel cell, and voltage V, and comparing this Since the current or the output in which an output is possible is calculated and the input current or output power of a power inverter is restricted By the reasons of the case where the transitional performance degradation in a change of load arises, continuous performance degradation advancing Operation can be continued without carrying out the trip of the cell by restricting a direct current or a power generation output, when it becomes the situation which cannot output target power, and the damage to the cell by the trip can be prevented.

[0010]

[Embodiments of the Invention] The desirable operation gestalt of this invention is explained with reference to a drawing below. In addition, in each drawing, the explanation which gave the same sign to the common portion and overlapped is omitted. Drawing 1 is the block diagram of the cell protection control unit of this invention. In this drawing, an inverter circuit and 8 are output-control circuits, a fuel cell and 7 fluctuate current according to output instructions by the output-control circuit 8, and 6 adjusts an output. This composition is the same as usual.

[0011] The protection control unit 10 of this invention measures periodically the voltage V and Current I of a fuel cell 6, and is the upper limit Imax of the output current from this measurement value. It calculates and outputs to the output-control circuit 8.

[0012] Drawing 2 is the principle view of this invention. In this drawing, (A) and (B) are the V-I properties and W-I properties of the fuel cell shown in drawing 5 (A) and (B). Since the maximum point of the curve in an W-I property can be expected to be only one point as shown in drawing 2 (B), it is the maximum output Wmax. It is  $dW/dI=0$  at a point and is the maximum output Wmax. They are  $dW/dI > 0$

---

and the maximum output  $W_{max}$  in the field where current is small. Current becomes  $dW/dI < 0$  in a large field. Therefore, in the case of  $dW/dI \leq 0$  (formula \*\*), in a certain current value, it can be said that it is going to take the load beyond the peak of an output.

[0013] Since it is  $W = V \times I$  when formula \*\* is transformed, if it is set to  $d(V \times I)/dI \leq 0$ , and it deforms, and is set to  $VdI/dI + IdV/dI \leq 0$  -  $> dV/V \leq -dI/I \rightarrow IdV/V \leq -dI$  and both sides are further broken by dt, formula \*\* of a degree will be obtained.

$(I/V) + dI/dt \leq 0 (dV/dt) \dots$  When formula \*\*, i.e., formula \*\*, is realized, it can be said that it is in the state where it takes the load beyond the peak of an output.

[0014] Drawing 2 (C) is the related view of formula \*\*. this -- drawing -- being shown -- as -- a horizontal axis --  $dI/dt$  -- a vertical axis --  $dV/dt$  -- \*\* -- carrying out -- rectangular coordinates -- setting -- a zero -- a passage -- an inclination -  $(I/V)$  -- a straight line (it is equivalent to the equal sign of formula \*\*) -- caudad -- being located -- a point (slash section) -- formula \*\* -- being realized -- the thing in the state where it takes the load beyond a peak (namely, current) of an output -- understanding.

[0015] Drawing 3 is the control diagram of the cell protection control unit of this invention, (A) shows the circuit diagram and (B) shows the property view. the computing element to which the detector of direct current voltage  $V$  and a direct current  $I$  and 11c (a/b) calculate  $I/V$  in (A) in 11a and 11b, and 11d ( $d/dt$ ) -- for an adder and 11g ( $H/L$ ), a comparator and 11h are [ a differential circuit and 11e (x) / an integrator and 11f (sigma) / a bias controller and 11j of a current limiter and 11i ] change machines

[0016] By this circuit, direct current voltage  $V$  and a direct current  $I$  are detected,  $I/V$  is calculated,  $f(I) = (I/V) (dV/dt) + dI/dt$  is calculated, when this operation value is larger than the fixed positive value  $\alpha$  set up beforehand, it is in the normal state (area A above the straight line of drawing 3 (B)) where the fuel cell has not deteriorated, the maximum of current serves as actual-current + bias by bias controller

11i, and a limit is not attached to current value. On the other hand, when  $f(I)$  is below the fixed positive value  $\alpha$ , a fuel cell will deteriorate and it will be in the area A below the straight line of drawing 3 (B), and by 11g of comparators, while displaying the alarm signal ANN, change machine 11j is switched, and current is held for an actual current as maximum of current by 11h of current limiters.

[0017] Namely, the protection control unit 10 at the time of the cell performance degradation of this invention The fixed positive value  $\alpha$  is set up beforehand, the voltage  $V$  and Current  $I$  of \*\* fuel cell are measured periodically, and  $f(I) = (I/V) (dV/dt) + dI/dt$  is calculated. \*\* In  $f(I) > \alpha$  Current value is fluctuated according to output instructions, an output is adjusted, in  $f(I) < \alpha$ , an output is adjusted by making measurement current value in front of it into a upper limit.

[0018] Since the current or the output in which an output is possible is calculated and the input current or output power of a power inverter is restricted by measuring time change of the current  $I$  by the side of a direct current of a fuel cell, and voltage  $V$ , and comparing this by this composition By the reasons of the case where the transitional performance degradation in a change of load arises, continuous performance degradation advancing Operation can be continued without carrying out the trip of the cell by restricting a direct current or a power generation output, when it becomes the situation which cannot output target power, and the damage to the cell by the trip can be prevented.

[0019] In addition, of course, it can change variously in the range which this invention is not limited to the operation gestalt mentioned above, and does not deviate from the summary of this invention.

[0020]

[Effect of the Invention] It prevents measuring the time rate of change of the current of a fuel cell, and voltage the way the protection control unit at the time of the cell performance degradation of this invention controls a power-generation output in a power-generation facility using a power inverter as mentioned above, and a case, and going to take the superfluous current for taking the output of a target, even when it is restricting current or the amount of power generation so that it may be on a stable-zone side, the performance degradation of a transitional continuous fuel cell arises and voltage falls.

[0021] That is, even when a fuel cell deteriorates, according to the degree of the degradation, the protection control unit at the time of the cell performance degradation of this invention controls the output and current of a fuel cell automatically, and has the effect which was [ carry out / the power generation control of required power or the maximum output near it ] always excellent in safety.

[Translation done.]

$$f(I) = \left( \frac{I}{V} \right) \left( \frac{dV}{dt} \right) + \frac{dI}{dt}$$

$$y = mx + b$$

$$x = mx + b$$

$$b = x - mx$$

